HR- $\dot{V}O_2$ max 関係に及ぼすスキーウェアの影響

北村 潔和* 布村 忠弘* 堀田 朋基* 諸岡 晴美**

EFFECT OF SKI-WEAR ON HR- $\dot{V}O_2$ MAX RELATION

KIYOKAZU KITAMURA, TADAHIRO NUNOMURA, TOMOKI HORITA
and HARUMI MOROOKA

key words : HR- $\dot{V}O_2$ max, スキーウェア, 寒冷環境

I. 緒 言

最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$ max) に対する相対値で、各種運動の強度 ($\% \dot{V}O_2$ max) を表わすことは、個人の最大能力を考慮できることから、運動処方作成などに有用である。しかし、複雑な動きをともなう運動中の酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) を直接測定することは難しい。一般には、予め実験室でトレッドミルや自転車エルゴメーターを用いて、HR- $\dot{V}O_2$ max 関係を求めておき、各種運動中の HR をテレメータや心拍メモリー装置などで測定し、それを HR- $\dot{V}O_2$ max 関係式に代入して $\% \dot{V}O_2$ max が推定されている^{1,2)}。

しかし、いつも問題になるのは、HR は環境温度などに影響されることが知られており^{3,7)}、常温環境下で求められた HR- $\dot{V}O_2$ max 関係から、寒冷環境下で行なわれる、スキーなどの運動強度⁴⁾を推定することが妥当であるか否か、また、寒冷環境下で行なわれる運動では、それに応じて快適と感じられる保温性のあるウェアを着用することから、ウェアの HR- $\dot{V}O_2$ max 関係に及ぼす影響があるか否かである。

本研究では、常温環境下で上半身裸体の被検者で得られた HR- $\dot{V}O_2$ max 関係と、寒冷環境下でスキーウェアを着用して、また、上半身裸体の被検者で得られたそれらの比較から、HR- $\dot{V}O_2$ max 関係に及ぼすスキーウェア着用の影響を検

討した。

II. 実験方法

被検者は年齢 19~39 歳、身長 168~180 cm、体重 68~75 kg の健康な男性 6 名である。彼らを被検者にした理由は、日常定期的に身体運動を行っており、また、これまでに本実験と類似の実験に参加したことがあり¹⁾、実験の繰り返しによる練習効果やトレーニング効果がみられないようにとの配慮からである。

実験は 1989 年 12 月 12~22 日の間に、温度と湿度がコントロールされた環境制御室 (サンヨーメデイカ株式会社製) で実施した。環境条件は室温 $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ と $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ で、いずれも湿度は $60 \pm 5\%$ とした。5℃の環境温度では、上半身裸体の被検者にランニングパンツ、運動靴とソックスのみを着用させた場合 (以後 5-N とする) と、綿ポリエステル製の中綿の入ったスキーウェアの上下と綿ポリエステル製のアンダーシャツ (保温力は合計 2.72 clo である)、スキー用手袋、靴とソックスを着用させた場合 (以後 5-W とする) について、25℃の環境温度では 5-N と同じ服装の場合 (以後 25-N とする) について検討した。また、日内変動や飲食の影響を排除することから、個人における 3 回の最大作業を行なわせる時間帯はほぼ同じになるよう配慮し、被検者には実験の 2 時間前から飲食を禁じた。

*富山大学教育学部運動生理学教室
〒930 富山市五福3190

**富山大学教育学部被服研究室
〒930 富山市五福3190

Department of Physical Education, Faculty of Education, Toyama University, Toyama 930

Department of Clothing Science, Faculty of Education, Toyama University, Toyama 930

最大運動は自転車エルゴメーターを用いて, 30 watts から開始し, 4 分毎に 30 watts ずつ負荷を漸増する方法で, 被検者を疲労困憊まで導いた. ペダリングは 60 rpm に規定されたメトロノームに合わせて行なわせた. なお, 自転車エルゴメーター運動は, 被検者を環境制御室に入室させてから約40分後に行なわせた.

運動中の HR は, 胸部双極誘導法で心電図を連続記録し, 30秒毎の R 波を数え 1 分間値に換算した. 運動中の $\dot{V}O_2$ は, Breath-by-Breath(MMC HORIZON SYSTEM 4400 tc)で自動的に測定し, 30秒間の平均値を求め, さらにそれを 1 分間値に換算した. HR と $\dot{V}O_2$ とともに, それぞれの負荷での 4 分間の運動中の後半の 2 分間の値を測定値として採用した. なお, HR と $\% \dot{V}O_{2max}$ の回帰方程式は, 6 名のデータを一括して求めた.

また, 測定値の差の検定には Student の t テストを, 回帰直線間の検定には回帰係数の差の検定法を用い, 5 %水準をもって有意とした.

III. 結果と考察

本実験で得られた最高心拍数 (HRmax), $\dot{V}O_{2max}$, HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係 (回帰方程式) は表 1 に示した. ただし, 3 条件で得られた HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係は, いずれも 25-N で得られた $\dot{V}O_{2max}$ を 100%として求めた.

HRmax は, 25-N と 5-W の間に有意差は認められなかったが, 5-N と他の 2 条件の間に有意差が認められた ($p < 0.05$). $\dot{V}O_{2max}$ には, いずれの間にも有意差は認められなかった. また, HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係は, 25-N と 5-W の間に有意差は認められなかったが, 5-N と他の 2 条件の間に

有意差が認められた ($p < 0.05$).

豊岡と金子⁷⁾は, 10, 20, 30℃の室温で, 上半身裸体の被検者に自転車エルゴメーター運動を行なわせ, HRmax は室温が高いほど高いが, $\dot{V}O_{2max}$ は, いずれの間にも有意差が認められなかったことを報告している. また, HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係を検討し, 同一 $\% \dot{V}O_{2max}$ に対する HR は, 室温が高いほど高いことを明らかにしており, 本実験の 25-N と 5-N の結果と一致した.

本実験で明らかになったことは, 25-N と 5-W で得られた HRmax, HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係に有意差が認められず, 5-W と 5-N で得られた HRmax と HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係に有意差が認められたことである. これらの結果は, 25-N で得られた HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係を用いて, 5℃の寒冷環境下で 2.72 clo 程度の保温力をもったスキーウェアを着用して運動した際に得られた HR から, $\% \dot{V}O_{2max}$ を推定することは妥当である. しかし, 5℃の寒冷環境下でスキーウェアを着用して得られた運動中の HR を, 5℃の寒冷環境下で上半身裸体の被検者から得られた HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ 関係式に代入して, $\% \dot{V}O_{2max}$ を推定すると, HR が 150 beats/min 以上では 5~7 %過大評価することを示している.

環境温度が高くなると, 同一 $\% \dot{V}O_{2max}$ に対する HR が高くなる要因については, 高温環境下では, 皮膚血管の拡張などによって一回拍出量が低下することから, 心拍出量や $\dot{V}O_2$ を一定にするための補償的頻脈であろうことが報告されている⁶⁾. 本実験の 25-N (平均値±標準偏差: 15.7±0.9 ml/beat) と 5-W (15.7±1.1 ml/beat) の酸素脈は, 5-N (16.3±1.0 ml/beat) に比べて低い値を

表 1. 3 種類の運動条件で得られた HRmax, $\dot{V}O_{2max}$ と HR- $\% \dot{V}O_{2max}$ の回帰方程式

	HRmax (beats/min)	$\dot{V}O_{2max}$ (l/min)	$\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg·min)	Y=aX+b (X: $\% \dot{V}O_{2max}$, Y: HR)
25-N	182.3±11.05	2.91±0.39	44.2±4.55	Y=1.297 x+52.74
5-N	173.8±11.10	2.87±0.38	43.5±4.98	Y=1.198 x+53.33
5-W	178.5±12.50	2.86±0.41	43.4±6.07	Y=1.352 x+46.96
mean±SD				

示した。酸素脈と一回拍出量の間に密接な関係が認められていることを考えると、本実験においても 5-N に比べ 25-N と 5-W では、一回拍出量の低下が推測できる。

同一 $\% \dot{V}O_2\text{max}$ に対する HR が、25-N と 5-W との間に有意差が認められなかった要因については、さらに検討する必要があるが、その一つには、スキーウェアと皮膚との間につくられた環境条件が、25-N での外気と皮膚との間でつくられた環境条件とよく似ていたことが考えられる。

以上のことから、HR- $\% \dot{V}O_2\text{max}$ 関係を利用して、各種運動中の強度を推定するには、その運動中の環境温度条件と併せて、着用するウェアを考慮して HR- $\% \dot{V}O_2\text{max}$ 関係を求める必要のあることが示唆された。

(受付 平成 5 年 6 月 17 日)

文 献

- 1) 星川 保, 村瀬 豊, 水谷四郎, 松井秀治(1978): 体育科学, **6**, 77-89.
- 2) 伊藤 稔, 伊藤一生, 北村栄美子, 小川邦子, 前田喜代子(1978): 体育科学, **6**, 65-76.
- 3) Kitamura, K., Yamaji, K. and Shephard, R. J. (1981): J. H. Ergol., **10**, 151-160.
- 4) 北村潔和, 山地啓司, 福田明夫, 稲垣保彦, 有沢一男(1987): 富山大学教養部紀要, **20**, 33-47.
- 5) 北村潔和, 鳥海清司, 布村忠弘, 堀田朋基(1991): 体力科学, **40**, 372-373.
- 6) Rowell, L. B. (1974): Physiol. Rev., **54**, 75-159.
- 7) 豊岡示朗, 金子公有(1973): 体育学研究, **17**, 205-211.